

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-326469

(43)Date of publication of application : 10.12.1993

(51)Int.Cl.

H01L 21/304

B24B 7/22

B24B 37/00

(21)Application number : 04-132978

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 26.05.1992

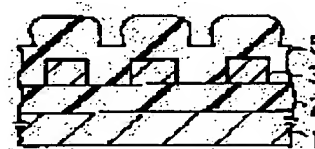
(72)Inventor : YANO HIROYUKI  
SHIGETA ATSUSHI  
KODERA MASAKO  
AOKI RICHIO

## (54) METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To grind without contaminating by an alkali metal and any risks of damaging the insulating film surface by a method wherein, after an insulating film is formed on a semiconductor substrate at least a part of this insulating film is ground by an abrasive containing cerium oxide and removed.

**CONSTITUTION:** After a SiO<sub>2</sub> film 2 and a polysilicon film 3 are formed on a Si substrate in a semiconductor device, photoresist patterns are formed thereon. Also, these patterns are used as a mask and the polysilicon layer 3 is patterned by an RIE method using CF<sub>4</sub> gas, thereafter the photoresist is ashed to separate and remove it to next form a SiO<sub>2</sub> film 5. This SiO<sub>2</sub> film 5 is ground to complete the objective semiconductor device. At this grinding process, the grinding is performed by using an abrasive containing a ceric oxide. Then, this abrasive is favorably matter in which particles containing a cerium oxide are suspended into water and their maximum particle size is 4,μm or less.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.04.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3335667

[Date of registration] 02.08.2002

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-326469

(43)公開日 平成5年(1993)12月10日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/304	3 2 1 P	8728-4M		
B 2 4 B 7/22	Z	9325-3C		
37/00	H	7908-3C		

審査請求 未請求 請求項の数4(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平4-132978

(22)出願日 平成4年(1992)5月26日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 矢野 博之

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝堀川町工場内

(72)発明者 重田 厚

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝堀川町工場内

(72)発明者 小寺 雅子

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝堀川町工場内

(74)代理人 弁理士 則近 憲佑

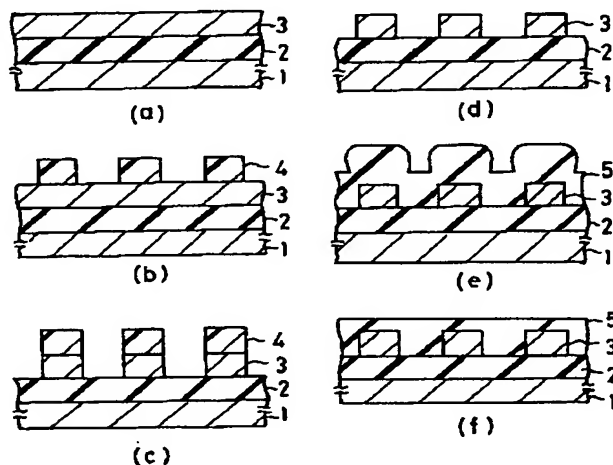
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57)【要約】

【構成】 半導体基板上に絶縁膜を形成する工程と、該絶縁膜の少なくとも一部を酸化セリウムを含む研磨剤によって研磨し、取り除く工程とを有する。

【効果】 酸化セリウムを含む研磨剤を用いることにより、シリコン酸化膜やシリコン窒化等の絶縁膜を高速で研磨することができる。また、研磨の際に上記絶縁膜の内部にアルカリ金属汚染を引き起こす事もない。さらに、絶縁膜表面に傷を発生させることなく段差を平坦化しながら研磨することが可能である。従って、半導体装置の製造において、絶縁膜の工程を実用化する事が容易になる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 半導体基板上に絶縁膜を形成する工程と、該絶縁膜の少なくとも一部を酸化セリウムを含む研磨剤によって研磨し、取り除く工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 表面に段差が形成された基板上に絶縁膜を形成する工程と、該絶縁膜を酸化セリウムを含む研磨剤によって研磨して平坦化する工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記酸化セリウムを含む研磨剤は、酸化セリウムを含む粒子を水に懸濁させたものであることを特徴とする請求項1、2記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 前記酸化セリウムを含む粒子の最大粒径は4 $\mu$ m以下であることを特徴とする請求項1、2記載の半導体装置の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体装置の製造方法に係わり、特に研磨により絶縁膜等の平坦化方法に関する。

**【0002】**

【従来の技術】 従来、半導体装置の製造工程等において、絶縁膜等を平坦化するための研磨工程では研磨剤としてコロイダルシリカが一般的に用いられていた。

【0003】 コロイダルシリカのシリカ粒子は、通常ケイ酸ナトリウムを原料として水溶液中で数十nmのシリカ粒子に成長させたものが用いられている。研磨剤として用いる場合には通常これを水に懸濁させたものに、シリカ粒子を安定に分散させるための水素イオン濃度の調整と研磨速度の増大という二つの目的により、KOHやNaOHが添加されている。

【0004】 例えば、このような研磨剤として不二見研磨剤工業株式会社のコンポール80という製品があるが、このようにアルカリ金属を含む研磨剤を用いてシリコン酸化膜等を研磨すると、研磨剤中のアルカリ金属がシリコン酸化膜中に拡散し、MOSデバイスにおいてはしきい値電圧を変動させるなど半導体装置の信頼性を著しく低下させることになってしまうという問題がある。

【0005】 別のコロイダルシリカ系の研磨剤として、シリカ粒子を四塩化ケイ酸を熱分解したり有機シランを加水分解したりして成長させ、アンモニアやアミンで水素イオン濃度の調整を行った、アルカリ金属を含まない研磨剤もあるが、このような研磨剤では、シリコン酸化膜等の研磨速度は著しく遅く実用できないという問題があった。

【0006】 また、従来よりフォトリソマスク用ガラスの表面研磨においては、一次研磨として酸化アルミニウム懸濁液でガラス表面を研磨し、仕上げ研磨として平均粒径数 $\mu$ mの酸化セリウム粒子を含む懸濁液で研磨するという方法がとられている。しかしながら、通常、半導体装

置の製造工程においては、絶縁膜の研磨量は高々数 $\mu$ m程度で、このような2段階以上の研磨は好ましくない。さらに、半導体装置の製造工程においては、通常、図3

(a)に示すように数百nmから数千nm程度の段差51上に形成された表面に段差を有する絶縁膜52を被覆し、この際段差51の段差形状は絶縁膜52の表面形状に反映される。さらに、図3(b)に示すように絶縁膜52の表面段差を研磨により平坦化しなければならないが、平均粒径数 $\mu$ mの酸化セリウム粒子で、数百nmから数千nm程度の段差を平坦化しながら研磨することができるかどうか、また、絶縁膜表面に傷を発生させることなく研磨することが可能かどうか、さらにコロイダルシリカを用いた場合のようなアルカリ金属汚染があるかどうかについては、全く知られておらず、上記方法を半導体装置の製造工程中の研磨工程に対して適用することなどは全く考慮されていなかった。

**【0007】**

【発明が解決しようとする課題】 上述の如く、半導体装置の製造工程等において、研磨剤としてコロイダルシリカを用いた従来の研磨工程においては、アルカリ金属による汚染や研磨速度が遅いなどの問題があり、実用が困難であった。

【0008】 また、フォトリソマスク用ガラスの表面研磨において、酸化セリウム粒子が含まれた懸濁液を用いる方法があるが、絶縁膜表面に傷を発生することなく、数百nmから数千nm程度の段差を平坦化しながら研磨できるかどうか、また、アルカリ金属汚染があるかどうかについては、全く知られておらず、上記方法を半導体装置の製造工程における研磨工程に対して適用することなどは全く考慮されていなかった。

【0009】 本発明は、上記事情を鑑みてなされたもので、その目的とするところは、アルカリ金属による汚染がなく、高速で研磨できる研磨剤を使用することにより、半導体装置の製造工程への研磨工程の実用化を容易にしようとするものである。

**【0010】**

【課題を解決するための手段】 前述した問題を解決するため本発明は、半導体基板上に絶縁膜を形成する工程と、該絶縁膜の少なくとも一部を酸化セリウムを含む研磨剤によって研磨し、取り除く工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法を提供する。また、本発明は、表面に段差が形成された基板上に絶縁膜を形成する工程と、該絶縁膜を酸化セリウムを含む研磨剤によって研磨して平坦化する工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法を提供する。

**【0011】**

【作用】 本発明による半導体装置の製造方法であれば、絶縁膜、例えばシリコン酸化膜やシリコン窒化膜等を酸化セリウムを含む研磨剤によって研磨するので、該絶縁膜を高速で研磨することができる。

【0012】また、上記絶縁膜を研磨した際にも該絶縁膜の内部にアルカリ金属汚染を引き起こす事もないことがわかった。さらに、絶縁膜表面に傷を発生させることなく数百nmから数千nm程度の段差を平坦化しながら研磨することが可能である事もわかった。

#### 【0013】

【実施例】以下、本発明による半導体装置の製造方法を図面を参照しながら詳細に説明する。図1には本発明の実施例に係わる層間絶縁膜平坦化の工程断面図が示されている。

【0014】図1(a)に示す如く、表面に素子(不図示)が形成されたSi基板1上に、厚さ1 $\mu$ mのSiO<sub>2</sub>膜2を形成する。次いで、このSiO<sub>2</sub>膜2上に厚さ500nmのポリシリコン膜3を形成する。

【0015】次に、図1(b)に示す如く、ポリシリコン膜3上に厚さ1.5 $\mu$ mのフォトリソグ(感光性樹脂層)4を塗布し、マスクパターン(図示せず)を用いてこのフォトリソグ4を露光し現像を行うことにより、フォトリソグパターン4を形成する。

【0016】次に、図1(c)に示す如く、このフォトリソグパターン4をマスクとして、CF<sub>4</sub>ガスを使用したRIE法によりポリシリコン膜3をパターニングする。

【0017】次に、図1(d)に示す如く、CF<sub>4</sub>とO

CeO<sub>2</sub>粉末 (ICP Mass / 発行分光分析による。)

不純物濃度 100000~	Ce, La
10000~100000	Pr
1000~10000	Ca, P, S, Fe, Sr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb
100~1000	Al, Si, Mn, Y, Nb, Tl, Dy, Pb
10~100	Na, Li, Cr, Zr, Sb, U
1~10	Ba, Co, Ni, Mo, W
~1ppm	B, Ru, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Te, I, Cs, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Bi

【0020】この様に、酸化セリウムを含む研磨剤で研磨した後の絶縁膜表面は、平坦化がされていた。また、微分干渉型顕微鏡で絶縁膜表面を観察しても、傷は観察されなかった。

【0021】図1と同様の方法で、平均粒径2.5 $\mu$ m、最大粒径12.0 $\mu$ mの酸化セリウムを含む粉体1wt%を水に懸濁させたものをを用いた場合にも、研磨した後の絶縁膜表面は平坦化がなされていたが、微分干渉型顕微鏡で絶縁膜表面を観察すると、10cm<sup>2</sup>あたり4個の傷が観察された。

【0022】また、図1と同様の方法で、平均粒径2.5 $\mu$ m、最大粒径12.0 $\mu$ mの酸化セリウムを含む粉体で、上記したように粉碎後焼成を行った粉末1wt%を水に懸濁させたものをを用いた場合には、微分干渉型顕微鏡で絶縁膜表面を観察すると、10cm<sup>2</sup> 50

2の混合ガスをマイクロ波放電させた下流でフォトリソグを灰化処理するダウンフロータイプの灰化処理装置により、フォトリソグパターン4を剥離した後、図1(e)に示す如く、全面に層間絶縁膜として厚さ1 $\mu$ mのSiO<sub>2</sub>膜5を形成する。ここで、SiO<sub>2</sub>膜5の表面にはポリシリコン配線3に対応して段差が生じた。

【0018】最後に、SiO<sub>2</sub>膜5を研磨したのが、図1(f)である。研磨は、図2の概略図12示すような装置を用いた。この図に示されるように、ターンテーブル21上の研磨クロス22の中心に研磨剤供給パイプ23の先端が位置しており、ターンテーブル21は前記中心を通る軸のまわりに100rpmで矢印の方向に回転するとともに、前記先端から研磨剤が研磨クロス22上に供給される。また、ウェーハ24は荷重40kgfで研磨クロス22上に押し付けられると共に、100rpmで矢印の方向に回転せしめられる。研磨剤は、平均粒径1.2 $\mu$ m、最大粒径4.0 $\mu$ mの酸化セリウムを含む粉体は、バストネサイトを粉碎、焼成したもので、その組成は、酸化セリウム50wt%、その他の希土類金属の酸化物37wt%程度のものである。本実施例で用いた酸化セリウムを含む粉体の組成を表1に示す。

#### 【0019】

#### 【表1】

は1個であった。

【0023】この結果より、酸化セリウムを含む研磨剤で研磨することにより、絶縁膜表面の平坦化が可能である事、酸化セリウムを含む研磨剤は、粒径が小さいもの、好ましくは最大粒径4 $\mu$ m以下のものが傷の発生を抑えられる事、さらに同じ粒径の研磨剤においても焼成条件を変え粒子の硬さを軟らかくすることにより傷の発生を抑えられる事がわかる。

【0024】次に、表2にシリコンを熱酸化した膜厚1 $\mu$ mのシリコン酸化膜およびリンとホウ素を高濃度を含む膜厚1 $\mu$ mのシリコン酸化膜(以下BPSGと呼ぶ)を平均粒径2.5 $\mu$ m、最大粒径12.0 $\mu$ mの酸化セリウムを含む粉体1wt%を水に懸濁させた研磨剤を用いて0.5 $\mu$ m研磨した後の、原子吸光法による不純物分析の結果を示す。参考のため、コンパール80で研

した場合の結果も示す。

【0025】

【表2】

被研磨膜	研磨剤	Na	K	Fe	Ce
熱酸化膜	研磨なしRef	2.0	2.0	0.5	
"	コンボール-80	36.0	6.0	24.0	
"	酸化セリウム	2.0	2.0	0.5	1以下
BPSG	研磨なしRef	6.5	3.0	9.0	
"	コンボール-80	1000以上	9.0	35.0	
"	酸化セリウム	7.0	3.0	11.0	1以下

$\times 10^{10} \text{atoms/cm}^2$

【0026】コンボール80で研磨した場合には、シリコン熱酸化膜ではRef.の研磨を行っていないものの値（文献に記載されている通常の値）に比べ1桁程度ナトリウムのレベルが高くなっており、BPSG膜においては2桁以上もナトリウムのレベルが高くなっている。

【0027】これに対し、酸化セリウムを含む研磨剤で研磨したものは、シリコン熱酸化膜、BPSG膜、共にナトリウムのレベルは、Ref.の研磨を行っていないものの値（文献に記載されている通常の値）と同等で、他の元素についても汚染は観察されなかった。また、Ceは $1 \times 10^{10} \text{atoms/cm}^2$ 以下であった。酸化セリウムを含む研磨剤は、先に述べたようにバストネサイトを粉碎、焼成したもので、特にアルカリ金属等を取り除く事は行っていないが、それでもアルカリ

金属汚染は観察されず、バストネサイトを原料とする研磨剤でも半導体装置の製造に支障ない事が分かる。

【0028】次に、表3にシリコンを熱酸化シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、及びBPSG膜を平均粒径 $2.5 \mu\text{m}$ 、最大粒径 $12.0 \mu\text{m}$ の酸化セリウムを含む粉体1wt%を水に懸濁させた研磨剤を用いて研磨した際の研磨速度を示す。参考のため、コンボール80および粒径12nmのシリカ粒子5wt%を水に懸濁させたもの、さらにこれにアンモニアを10wt%加えたもの、および水酸化ナトリウムを0.2wt%加えたものも合わせて示す。

【0029】

【表3】

被研磨膜 研磨剤	SiO <sub>2</sub> 膜	SiN膜	BPSG膜
酸化セリウム	1000	300	1200 ~1300
コンボール-80	110	40	200
$\phi 12\text{nm SiO}_2$ 5wt% 懸濁液	6		
$\phi 12\text{nm SiO}_2$ 5wt%+NH <sub>3</sub> 10wt% 懸濁液	18		
$\phi 12\text{nm SiO}_2$ 5wt%+NaOH 0.2wt% 懸濁液	50		

研磨速度の単位は [nm/min]

【0030】熱酸化したシリコン酸化膜の場合、コンボール80の研磨速度は $110 \text{nm/min}$ 程度である。また、粒径12nmシリカ粒子5wt%を水に懸濁させただけのものでは、研磨速度は $6 \text{nm/min}$ と非常に小さい。これに、水酸化ナトリウムを0.2wt%加えたものでは研磨速度は $50 \text{nm/min}$ 、アンモニアを10wt%加えたものでは $18 \text{nm/min}$ と増大するが、アンモニアの効果は水酸化ナトリウムの効果に比べ

て小さい。さらにまた、コンボール80でシリコン窒化膜、BPSG膜を研磨した時の研磨速度はそれぞれ $40 \text{nm/min}$ 、 $200 \text{nm/min}$ である。

【0031】例えば500nmの熱酸化したシリコン酸化膜を研磨によって除去する場合、コンボール80では約5分、粒径12nmのシリカ粒子5wt%を水に懸濁させたものに水酸化ナトリウムを0.2wt%加えたものでは約10分であるが、アンモニアを10wt%加え

たものでは30分程度もかかり実用できるものではない。

【0032】これに対し、平均粒径2.5 $\mu$ m、最大粒径12.0 $\mu$ mの酸化セリウムを含む粉体1wt%を水に懸濁させた研磨剤で研磨した場合には、シリコン酸化膜の研磨速度が1000nm/min、シリコン窒化膜の研磨速度が300nm/min、BPSG膜の研磨速度が1200 $\beta$ 至1300nm/minと非常に早く、500nmの膜を研磨によって除去するのにそれぞれ0.5分、2分程度と生産への実用に有効な速度が得られる。

【0033】本実施例では、研磨剤はバストネサイトを粉砕、焼成したもので、その組成は、酸化セリウム50wt%、その他の希土類金属の酸化物37wt%程度のものを水に懸濁させたものについて述べたが、酸化セリウムを含む研磨剤は原料、製法、懸濁液の濃度など変更可能である。また、研磨する絶縁膜についてはシリコン熱酸化膜を中心に述べたが、化学的気相成長法で形成したシリコン酸化膜、窒化膜など他の絶縁膜、さらに、絶縁膜の一部に導体膜が形成されているものにおいても有

効である。さらに、研磨装置の構造も実施例に述べたものに限られるものではない。その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施できる。

【0034】  
【発明の効果】本発明によれば、酸化セリウムを含む研

磨剤を用いることにより、シリコン酸化膜やシリコン窒化膜等の絶縁膜を高速で研磨することができる。また、研磨の際に上記絶縁膜の内部にアルカリ金属汚染を引き起こす事もない。さらに、絶縁膜表面に傷を発生させることなく段差を平坦化しながら研磨することが可能である。従って、半導体装置の製造において、絶縁膜の研磨工程を実用化する事が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による半導体装置の製造方法の一実施例を示す工程断面図。

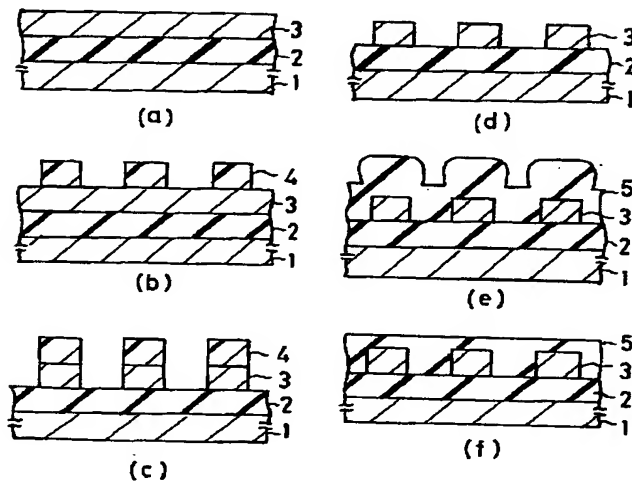
【図2】 本発明に用いた研磨装置を示す概略図。

【図3】 従来の研磨工程を示す断面図。

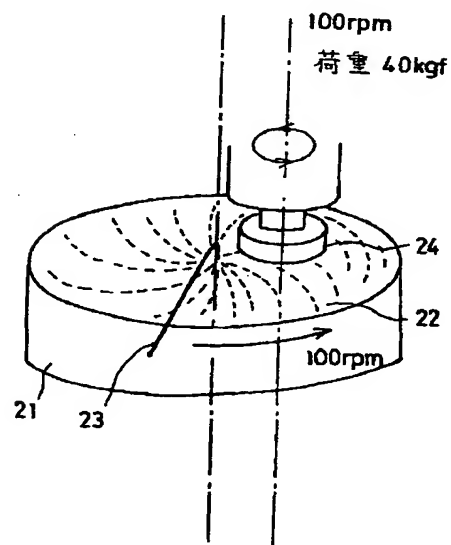
【符号の説明】

- 1 Si基板、
- 2 SiO<sub>2</sub>膜、
- 3 ポリシリコン膜、
- 4 フォトリソグ（感光性樹脂層）、
- 5 SiO<sub>2</sub>膜、
- 21 ターンテーブル、
- 22 研磨クロス、
- 23 研磨剤供給パイプ、
- 24 ウェーハ、
- 51 段差、
- 52 絶縁膜。

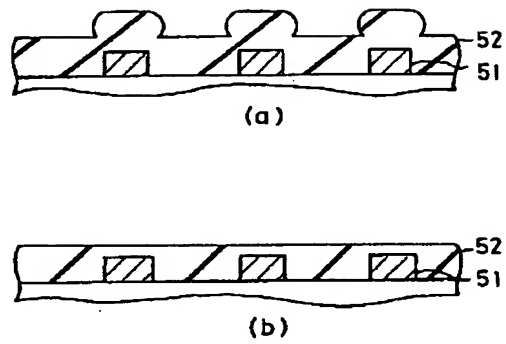
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 青木 利一郎  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝堀川町工場内